



UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama

Sidang Akademik 1996/1997

Oktober - November 1996

EBB 405/3 - Penyiasatan Kegagalan/Ujian Tak Musnah

Masa : [3 jam]

Arahan kepada calon :

Sila pastikan bahawa kertas ini mempunyai **SEPULUH** (10) mukasurat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

Kertas ini mempunyai **TUJUH** (7) soalan.

Jawab **LIMA** (5) soalan kesemuanya sekurang-kurangnya **DUA** (2) soalan daripada Bahagian A.

Jawapan bagi semua soalan mestilah dimulakan pada muka surat yang baru.

Semua soalan hendaklah dijawab dalam Bahasa Malaysia ATAU maksimum **DUA** (2) soalan boleh dijawab dalam Bahasa Inggeris.

BAHAGIAN A

1 (a) Tuliskan carta alir bagi yang berikut :

- i] Sebab-sebab kegagalan
- ii] Peringkat-peringkat utama dalam analisis kegagalan.

(40 markah)

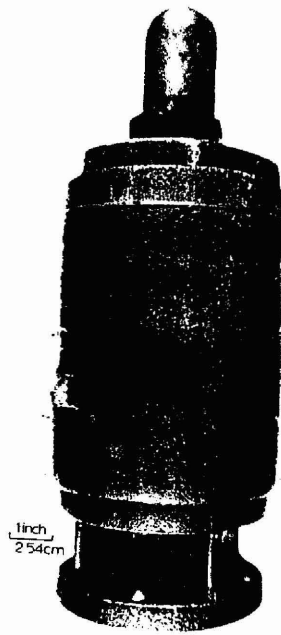
(b) Bincangkan kes kegagalan pada injap yang telah menyebabkan kecederaan mata yang serius kepada seorang pekerja dalam sebuah kilang peti sejuk. Amonia telah tersembur ke muka pekerja tersebut apabila cecair amonia bertekanan berkenaan gagal. (lihat pada Rajah 1).

Sejarah kes dan ujian-ujian

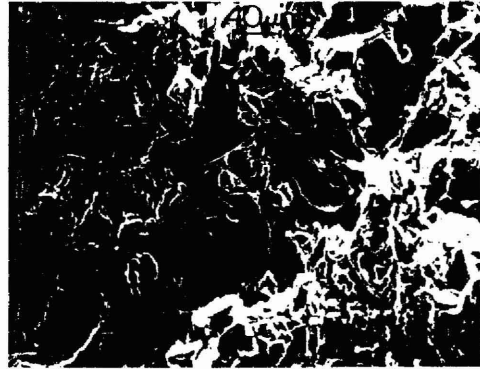
- i] Injap diperbuat daripada besi tuangan, dan pekerja telah diberitahu untuk tidak memanaskan injap untuk mengeluarkan bendasing.
- ii] Andaian yang dibuat ialah injap tersebut adalah cacat dan kecacatan ini telah menyebabkan retakan terbentuk, sepertimana pada Rajah 1.
- iii] Pemeriksaan SEM bagi permukaan retakan injap ditunjukkan pada Rajah 2.
- iv] Rajah 3 menunjukkan mikrostruktur yang tipikal bagi kepingan ujian. Dari maklumat yang ditunjukkan dalam rajah-rajah berkenaan dan persekitarannya, beri kesimpulan anda berkenaan sebab-sebab kegagalan.

(30 markah)

..3/



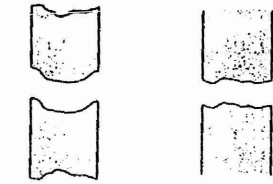
Rajah 1 : Retakan pada injap besi tuang dalam paip penyejukan amonia.



Rajah 2 : Pemeriksaan mikroskopik bagi permukaan patah.



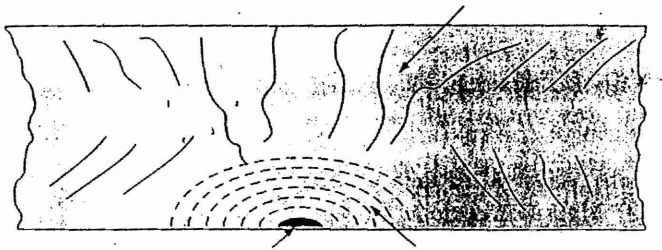
Rajah 3 : Gambar metalografi optikal bagi mikrostruktur dalam injap besi tuang.



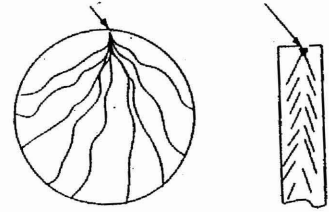
.....
(a).....



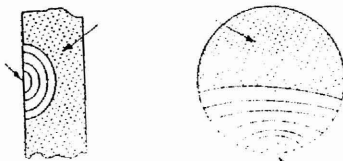
(b)



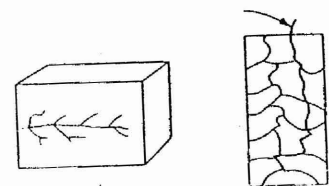
(c)



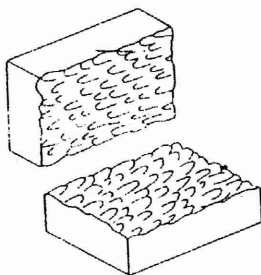
(d)



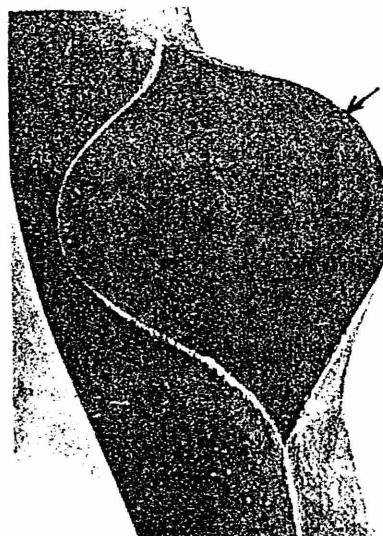
.....
(e)



.....
(f).....



(g)



(h).....

- (c) Nyatakan jenis-jenis patah yang ditunjukkan dalam Rajah 4. Tuliskan ciri-ciri yang ditunjukkan oleh seperti yang dapat diperlihat dalam rajah ini.

(30 markah)

- 2 (a) Bekas-bekas motor roket boleh difabrikasi bagi membentuk tiub berdinding nipis daripada :
- i] Aloi keluli rendah yang mempunyai nilai tegasan bukti 1200 MPa dan kerja plastik $G_c = 24 \text{ KJ/m}^2$, (diukur dalam kepingan pada ketebalan tertentu).

ATAU

- ii] Keluli maraging yang mempunyai nilai tegasan bukti 1800 MN/m² dan kerja plastik $G_c = 4 \text{ kJ/m}^2$.
Dalam aplikasi tertentu, spesifikasi kod rekabentuk tegasan rekabentuk adalah $(\sigma_y / 1.5)$. Di sini σ_y adalah tegasan bukti.

Kirakan saiz kecacatan minimum yang diperlukan untuk memberikan patah rapuh dalam perkhidmatan bagi kedua-dua bahan.

Berikan komen terhadap keputusan yang diperolehi (modulus elastik untuk kedua-dua kes $E = 200 \text{ GN/m}^2$)

(50 markah)

- (b) Bincangkan aplikasi keliatan patah, K_{Ic} dalam rekabentuk. Suatu dinding nipis bijana bertekanan (pressure vessel) dibuat daripada Ti - 6Al - 4V dengan $K_{Ic} = 57 \text{ MPa m}^{1/2}$ dan $\sigma_o = 900 \text{ MPa}$. Tekanan dalaman menghasilkan tegasan gelungan membulat bernilai 360 MPa. Retakan adalah retakan permukaan separa-elips berorientasi pada satah major retakan yang berserejang dengan tegasan tegangan gelungan yang seragam (Rajah 5a). Untuk pembebanan dan geometri jenis ini, faktor keamanan tegasan diberikan oleh

$$K_I^2 = \frac{(1.21a\pi\sigma^2)}{Q}$$

Q

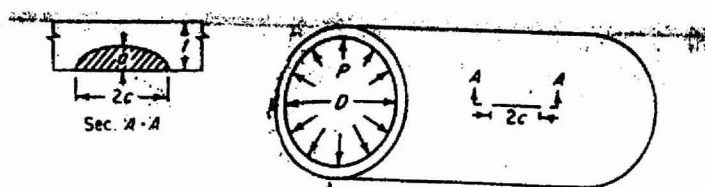
di mana σ = tegasan nominal yang berkenaan

$$Q = \Phi^2 - 0.212 \left(\frac{\sigma}{\sigma_o} \right)^2 \text{ di mana } \Phi \text{ adalah suatu kamiran elips jenis kedua.}$$

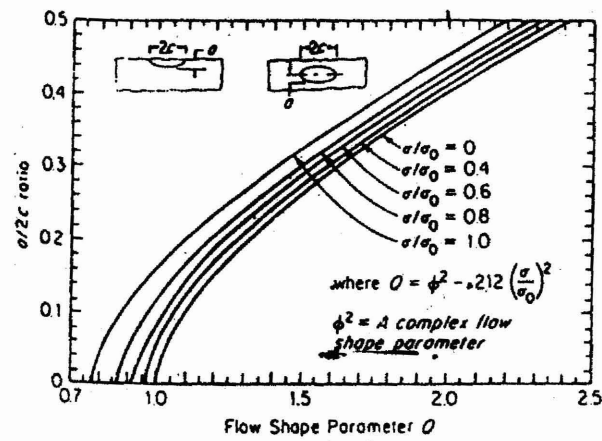
Carikan saiz kritikal, retakan yang menyebabkan pecah bagi bijana tekanan yang berketebalan dinding 12 mm apabila $a = c$ dan $a = 0.1c$.

Rajah 5b menunjukkan parameter aliran bentuk, Q yang diplotkan melawan nisbah bentuk-retakan $\frac{a}{2c}$.

2c.



Rajah 5a : Geometri (geometri kecacatan) dan rekabentuk bijana tekanan berselinder.



Rajah 5b : Parameter aliran-bentuk Q untuk retakan permukaan dan dalaman eliptikal.

(50 markah)

- 3 (a) Terangkan ciri-ciri struktur bagi lesu pada peringkat-peringkat lesu, (i) permulaan retakan lesu dan (ii) perambatan bagi retakan lesu, dengan mengandaikan dua pembebanan lesu yang setara, panjang retak yang berlainan dan kadar peningkatan retakan lesu sebagai fungsi ΔK_I .
(50 markah)
- (b) Suatu plat keluli yang besar digunakan dalam struktur kejuruteraan. Seorang penjahat bercadang untuk memusnahkan komponen tersebut dengan mengambil keputusan untuk memotong satu takukan tajam pada teori plat tersebut (berserenjang dengan arah pembebanan). Sekiranya dia berjalan menjauhi tempat tersebut pada kelajuan 5 km/j, berapa jauhkah dia telah pergi sebelum rancangan jahatnya berjaya? Gunakan data berikut :
- (i) Plat tersebut dibebankan secara berkitar dari 0 - 80 kN pada frekuensi 25 kitaran/saat.
 - (ii) Plat tersebut adalah 20 cm lebar dan 0.3 cm tebal.
 - (iii) Keliatan patah terikan plat bagi bahan tersebut adalah $60 \text{ MN/m}^{3/2}$.
 - (iv) Tandaan cacat permulaan adalah 1 cm panjang.
 - (v) Bahan tersebut mempunyai perhubungan kadar perambatan faktor retakan keamatan tegasan :

$$da/dN = 1.35 \times 10^{-10} (\Delta K)^{2.25}$$

(50 markah)

..9/-

BAHAGIAN B

- 4 (a) Bandingkan kepentingan-kepentingan dan had-had bagi pengujian tak-musnah dengan ujian-ujian mekanikal (prestasi). Apakah kegunaan NDT?

(20 markah)

- (b) Tuliskan ciri-ciri fizikal dan kimia bagi pewarna-pewarna dan (developer) pembangun yang digunakan dalam kaedah cecair penusukan pewarna. Berikan satu carta-alir bagi kaedah cecair penusukan dye selepas-pengemulsian.

(40 markah)

- (c) Senaraikan jenis-jenis peralatan ujian bagi pemeriksaan partikel magnet dan nyatakan kelebihan-kelebihannya. Apakah yang akan menjadi keperluan arus untuk pemeriksaan bagi kimpalan panjang oleh kuar, komponen-komponen selinder pejal dan berongga ataupun berbentuk cakera oleh pemagnetan membulat?

(40 markah)

- 5 (a) Terangkan kaedah imbasan A - , B - dan C - bagi pemeriksaan ultrasonik. Senaraikan juga kelebihan-kelebihan kaedah-kaedah berkenaan.

(50 markah)

- (b) Apakah jenis rujukan piawai dan jenis blok-blok yang digunakan untuk pengkalibrasian peralatan dan untuk menganggarkan saiz kecacatan?

(50 markah)

..10/-

- 6 (a) Terbitkan suatu perkaitan bagi bezajelas imej dalam radiografi. Apakah parameter-parameter yang boleh diubah untuk meningkatkan bezajelas?

(30 markah)

- (b) Tuliskan keterangan ketampakan radiografik bagi kecacatan-kecacatan yang biasa dalam penuangan dan kimpalan. Bincangkan juga sebab-sebab berlakunya kecacatan ini.

(35 markah)

- (c) Apakah jenis-jenis IQI yang digunakan dalam radiografi? Lukiskan lakaran-lakaran yang bersesuaian.

(35 markah)

7. (a) Terangkan kegunaan kaedah statistik dalam kawalan mutu.

(100 markah)

ATAU

- (b) Terangkan prinsip dan kegunaan bagi pancaran akustik dalam NDT.

(100 markah)

-ooOOOoo-